



REC'D 19 AUG 2004  
WIPO PCT

Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

74DE 030298 EG  
IP 12004/05/471  
Office européen  
des brevets

REC'D 19 AUG 2004  
WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102614.9 ✓

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

Post Available Copy



Anmeldung Nr:

Application no.: 03102614.9 ✓

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 21.08.03 ✓

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property GmbH

20099 Hamburg

ALLEMAGNE

Koninklijke Philips Electronics N.V.

Groenewoudseweg 1

5621 BA Eindhoven

PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Breitband-Antennenmodul für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H01Q1/24

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Breitband-Antennenmodul für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich

Die Erfindung betrifft ein Antennenmodul insbesondere für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich, das breitbandig bzw. in mehreren Frequenzbändern betreibbar ist.

- 5 Die Erfindung betrifft auch ein Telekommunikationsgerät mit einem solchen Antennenmodul.

- Zur Übertragung von Informationen mit insbesondere mobilen Telekommunikationsgeräten dienen im allgemeinen elektromagnetische Wellen im Hochfrequenz- oder Mikrowellenbereich. Zum Senden und Empfangen dieser Wellen werden in  
10 zunehmendem Maße Antennen gefordert, die in mehreren Frequenzbändern jeweils mit einer ausreichend großen Bandbreite betrieben werden können.

- Solche Frequenzbänder liegen zum Beispiel in den Mobiltelefonstandards zwischen 880  
15 und 960 MHz (GSM900), zwischen 1710 und 1880 MHz (GSM- oder DCS1800), sowie insbesondere in den USA zwischen 824 und 894 MHz (AMPS) sowie 1850 und 1990 MHz (D-AMPS, PCS oder GSM1900). Weiterhin gehören dazu das UMTS-Band (1880 bis 2200 MHz), dort insbesondere das Wideband CDMA (1920 bis 1980 MHz und 2110 bis 2170 MHz) sowie der DECT-Standard für Schnurlostelefone im Frequenz-  
20 band von 1880 bis 1900 MHz und der Bluetooth-Standard (BT) im Frequenzband von 2400 bis 2483,5 MHz, der dazu dient, Daten zwischen verschiedenen elektronischen Geräten wie zum Beispiel Mobiltelefonen, Computern, Geräten der Unterhaltungselektronik usw. auszutauschen.

- 25 Es wird auch gefordert, dass zumindest in einem zeitlichen Übergangsbereich Mobiltelefone sowohl in mindestens einem der GSM-Frequenzbereiche, als auch in dem UMTS-Frequenzbereich betrieben werden können.

Ein Bedarf besteht häufig auch darin, ein Mobiltelefon sowohl in den beiden europäischen (GSM-)Bändern, als auch in den beiden US-Bändern (AMPS und PCS) betreiben zu können, so dass Benutzer, die häufig in Europa und den USA unterwegs sind, nicht zwei Mobiltelefone mitführen müssen.

5

Neben der Informationsübertragung werden in den mobilen Telekommunikationsgeräten zum Teil auch zusätzliche Funktionen und Anwendungen wie zum Beispiel zum Zwecke der Satellitennavigation in dem bekannten GPS- oder einem anderen Frequenzbereich realisiert, in dem die Antenne dann ebenfalls arbeiten soll.

10

Grundsätzlich wird also gefordert, dass moderne Telekommunikationsgeräte dieser Art in möglichst vielen der genannten Frequenzbereiche betrieben werden können, so dass entsprechende Mehr- oder Multiband- bzw. Breitbandantennen benötigt werden, die diese Frequenzbereiche abdecken.

15

Mit der zunehmenden Integration dieser und weiterer Funktionen in die Mobiltelefone und dem gleichzeitigen Bestreben, diese möglichst weitgehend zu miniaturisieren, wird ferner gefordert, dass die Antennen ein möglichst geringes Volumen bzw. eine möglichst geringe Ausdehnung haben sollen, da immer weniger Platz in den Gehäusen

20 zur Verfügung steht.

Um die Größe der Antenne bei gegebener Wellenlänge der ausgesendeten Strahlung zu minimieren, kann als Grundbaustein der Antenne ein Dielektrikum mit einer

25 Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r > 1$  verwendet werden. Dies führt zu einer Verkürzung der Wellenlänge der Strahlung im Dielektrikum um einen Faktor  $1 / \sqrt{\epsilon_r}$ . Eine auf der Grundlage eines solchen Dielektrikums konzipierte Antenne wird daher in ihrer Größe ebenfalls um diesen Faktor kleiner. Ein Nachteil besteht allerdings darin, dass mit steigender Dielektrizitätszahl auch die Bandbreite der Antenne entsprechend kleiner wird.

30 Eine Antenne dieser Art weist zum Beispiel ein Substrat aus einem dielektrischen Material auf, auf dessen Oberflächen je nach gewünschtem Betriebsfrequenzband oder -

bändern eine oder mehrere resonante Metallisierungsstrukturen aufgebracht sind. Die Werte der Resonanzfrequenzen sind von den Dimensionen der aufgedruckten Metallisierungsstrukturen und dem Wert der Dielektrizitätszahl des Substrates abhängig. Dabei sinken die Werte der einzelnen Resonanzfrequenzen mit zunehmender

5 Länge der Metallisierungsstrukturen sowie mit zunehmenden Werten der Dielektrizitätszahl. Solche Antennen werden auch als "Printed Wire Antenna" (PWA) oder "Dielectric Block Antenna" (DBA) bezeichnet.

Ein besonderer Vorteil dieser Antennen besteht darin, dass sie durch Oberflächenmontage (SMD-Technik), das heißt durch flaches Auflöten und Kontaktieren - ggf. zusammen mit anderen Bauteilen - direkt auf eine Schaltungsplatine (PCB - printed circuit board) aufgebracht werden können, ohne dass zusätzliche Halterungen (Stifte) zum Zuführen der elektromagnetischen Leistung erforderlich sind.

10

15 Problematisch und schwierig kann jedoch die Dimensionierung der Metallisierungsstrukturen insbesondere dann sein, wenn eine solche Antenne in mehreren Frequenzbändern arbeiten soll. Eine optimale Anpassung der Antenne an einen der geforderten Frequenzbereiche hat nämlich häufig zur Folge, dass die Antennenleistungen in den anderen Frequenzbereichen beeinträchtigt sind, da sich die Metallisierungsstrukturen gegenseitig beeinflussen.

20

Ein anderer Antennentyp, der ebenfalls in mobilen Telekommunikationsgeräten Einsatz findet, sind die sogenannten "Planar Inverted F Antennas" (PIFA), bei denen eine Metallisierungsstruktur oberhalb einer Massemetallisierung angeordnet ist und die als

25 Volumenresonatoren arbeiten. Nachteile dieser Antennen bestehen jedoch darin, dass sie entweder relativ viel Raum benötigen, der sich auch durch den Einsatz von dielektrischen Materialien nur in begrenztem Maße reduzieren lässt, oder dass sie bei reduzierter Baugröße aufgrund der starken Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen Teilen der Metallisierungsstruktur sehr schmalbandig sind.

Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, eine Antenne insbesondere für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich zu schaffen, die eine im Vergleich zu bekannten Antennen für die oben genannten Frequenzbereiche wesentlich breitere Resonanzkurve aufweist.

5

Insbesondere soll ein Antennenmodul geschaffen werden, das in mindestens zwei der oben genannten Frequenzbereiche betreibbar ist.

- 10 Weiterhin soll mit der Erfindung ein Antennenmodul der eingangs genannten Art geschaffen werden, das bei relativ großer Resonanzbandbreite mit relativ geringen Abmessungen und somit platzsparend in einem relativ kleinen mobilen Telekommunikationsgerät untergebracht werden kann.

- 15 Gelöst wird die Aufgabe gemäß Anspruch 1 mit einem Antennenmodul mit einer Antenne und einer HF-Leitung zur Verbindung der Antenne mit zugehörigen Sende- und / oder Empfangsstufen, wobei zumindest Teile oder Abschnitte der HF-Leitung eine Fehlanpassung in Form einer von der Impedanz der Antenne abweichenden Impedanz aufweisen.

- 20 Ein besonderer Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass keine zusätzlichen Bauelemente oder Baugruppen, wie zum Beispiel passive Impedanzanpassnetzwerke oder aktive Steuerungen erforderlich sind, die sowohl Platz auf der betreffenden Schaltungsplatine einnehmen, als auch Zusatzkosten verursachen würden.

- 25 Ein weiterer Vorteil der Lösung besteht darin, dass sie weitgehend unabhängig von der Art der verwendeten Antenne und dem vorgesehenen Betriebsfrequenzbereich anwendbar ist. Somit kann insbesondere auch den eingangs genannten, unterschiedlichen Typen von Hochfrequenz- und Mikrowellenantennen eine größere Resonanzbandbreite verliehen werden.

30

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Die Ausführungen gemäß den Ansprüchen 2 und 3 haben eine besonders wirksame Vergrößerung der Resonanzbandbreite zur Folge.

- 5 Die Ausführungen gemäß den Ansprüchen 4 und 5 beinhalten eine Antenne, die besonders vorteilhaft in dem erfindungsgemäßen Antennenmodul anwendbar ist.

Die Ausführung gemäß Anspruch 5 bietet sich darüberhinaus insbesondere für Betriebsfrequenzen von etwa 2 GHz und mehr an und hat den weiteren Vorteil, dass auf ein

- 10 Substrat verzichtet werden kann.

Die Ansprüche 6 und 7 betreffen schließlich eine gedruckte Schaltungsplatine bzw. ein mobiles Telekommunikationsgerät mit einem Antennenmodul gemäß der Erfindung.

- 15 Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung. Es zeigt:

- 20 Fig. 1(A) eine schematische Draufsicht auf eine Schaltungsplatine mit einem erfindungsgemäßen Antennenmodul;  
Fig. 1(B) eine vergrößerte Darstellung einer Antenne des Antennenmoduls;  
Fig. 2 die Verläufe der Streuparameter des Antennenmoduls mit Eingangsstrukturen mit verminderten Impedanzen;  
Fig. 3 die Verläufe der Streuparameter des Antennenmoduls mit Eingangsstrukturen mit erhöhten Impedanzen;  
25 Fig. 4 die Verläufe der Wirkungsgrade des Antennenmoduls bei Eingangsstrukturen mit verminderten Impedanzen; und  
Fig. 5 die Verläufe der Wirkungsgrade des Antennenmoduls bei Eingangsstrukturen mit erhöhten Impedanzen.

Figur 1(A) zeigt eine Draufsicht auf die Vorderseite einer Schaltungsplatine (PCB) 30 mit einer Massemetallisierung 31, die vorzugsweise auf deren Rückseite aufgebracht ist. In einer Ecke der Schaltungsplatine 30, in der die Massemetallisierung 31 ausgespart ist, befindet sich ein Antennenmodul mit einer Antenne 10 und einer HF-  
5 Leitung 20.

Die Antenne 10 ist in Figur 1(B) zur Verdeutlichung vergrößert dargestellt. Es handelt sich dabei um eine dielektrische Blockantenne (DBA) oder Printed Wire Antenne (PWA). Das erfindungsgemäße Antennenmodul ist jedoch auch mit anderen Antennen-  
10 typen, insbesondere wie sie eingangs erläutert wurden, realisierbar. Ferner kann es nicht nur für die im folgenden genannten Frequenzbereiche, sondern auch für andere, wie insbesondere die eingangs beschriebenen Frequenzbereiche, dimensioniert werden.

Die Antenne 10 umfasst ein Substrat 11, das im wesentlichen die Form eines quader-  
15 förmigen Blocks aufweist, dessen Länge oder Breite um einen Faktor von etwa 3 bis 40 größer ist, als dessen Höhe. In der folgenden Beschreibung soll deshalb die in der Darstellung der Figur 1 obere (große) Fläche des Substrates 11 als obere Hauptfläche, die gegenüberliegende Fläche als untere Hauptfläche und die demgegenüber senkrechten Flächen als Seitenflächen des Substrates 11 bezeichnet werden.

20

Anstelle eines quaderförmigen Substrates 11 kann je nach Anwendungsfall und dem zur Verfügung stehenden Platz auch eine andere geometrische Form wie zum Beispiel eine runde oder drei- oder vieleckige Zylinderform gewählt werden. Ferner kann das Substrat 11 auch Hohlräume oder Ausnehmungen enthalten, um zum Beispiel Material  
25 und damit Gewicht einzusparen.

Das Substrat 11 wird zum Beispiel aus einem keramischen Material und / oder einem oder mehreren Hochfrequenz-tauglichen Kunststoffen oder durch Einbetten eines keramischen Pulvers in eine Polymermatrix hergestellt. Es können auch reine  
30 Polymersubstrate verwendet werden. Die Materialien sollten möglichst geringe Verluste

und eine geringe Temperaturabhängigkeit der Hochfrequenzeigenschaften (NP0- oder sogenannte SL-Materialien) aufweisen.

- Um die Baugröße der Antenne 10 zu reduzieren, hat das Substrat 11 vorzugsweise eine
- 5 Dielektrizitätszahl von  $\epsilon_r > 1$  und / oder eine Permeabilitätszahl von  $\mu_r > 1$ . Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die erzielbare Bandbreite bei Substraten mit großer bzw. steigender Dielektrizitäts- und / oder Permeabilitätszahl abnimmt.

- Bei der in Figur 1(B) dargestellten Antenne 10 hat das Substrat 11 (vorzugsweise NP0-
- 10 Keramik) eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  von etwa 21,5 und eine Länge von etwa 10 mm, eine Breite von etwa 2 mm und eine Höhe von etwa 1 mm. Die Antenne ist für die drahtlose Kommunikation im 2,4 GHz ISM Band (z. B. Bluetooth, WLAN, HomeRF usw.) geeignet.

- 15 Das Substrat 11 trägt auf seiner unteren Hauptfläche eine resonante Leiterbahnstruktur 1 aus einem elektrisch hochleitfähigen Material wie zum Beispiel Silber, Kupfer, Gold, Aluminium oder einem Supraleiter. Die Leiterbahnstruktur 1 könnte auch in das Substrat 11 eingebettet sein.

- 20 Auf die untere Hauptfläche des Substrates 11 ist eine erste resonante Metallisierungsstruktur 1 (gestrichelt angedeutet) aufgebracht, die über einen ersten Anschlusspunkt 2 (Löt看点) mit einem Massepotential bzw. der Massemetallisierung 31 verbunden wird. Die Metallisierungsstruktur 1 kann durch eine oder mehrere einzelne Metallisierungen in Form von Leiterbahnen mit gegebenenfalls auch unterschiedlicher Breite gebildet
- 25 sein. Sie verläuft bei der dargestellten Ausführungsform im wesentlichen mäanderförmig über die gesamte Länge des Substrates 11 und hat eine elektrisch wirksame Länge  $L'$  von  $L/\sqrt{\epsilon_r}$ , wobei  $L$  die Wellenlänge des Signals im freien Raum ist. Die Metallisierungsstruktur 1 wird so bemessen, dass ihre Länge etwa der Hälfte der Wellenlänge entspricht, mit der die Antenne elektromagnetische Leistung abstrahlen soll. Zum Bei-
- 30 spiel ergibt sich für die Anwendung des Antennenmoduls in dem oben genannten Frequenzbereich zwischen 2400 und 2483,5 MHz eine Wellenlänge  $L$  von etwa 12,5 cm im

freien Raum. Bei einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  des Substrates von 21,5 verkürzt sich die halbe Wellenlänge  $0,5 L'$  und damit die erforderliche geometrische Länge der Metallisierungsstruktur 1 auf etwa 13,48 mm.

- 5 Die resonante Metallisierungsstruktur 1 könnte bei entsprechender Kontaktierung auch in das Substrat 11 eingebettet sein oder sich auf der oberen Hauptfläche des Substrates 11 befinden.

- Zusätzlich zu der resonanten Metallisierungsstruktur 1 befinden sich auf der unteren Hauptfläche des Substrates 11 mindestens zwei weitere Metallisierungsstrukturen, die als Zuführungspunkte 3, 4 zur kapazitiven Einkopplung der abstrahlenden HF-Leistung dienen.
- 10

- Gemäß Figur 1(B) sind dies ein erster Zuführungspunkt 3 sowie ein zweiter Zuführungspunkt 4, die im Bereich des ersten Anschlusspunktes 2 an gegenüberliegenden Rändern der unteren Hauptfläche des Substrates 11 symmetrisch zur Längsachse des Substrates 11 angeordnet sind. Die Zuführungspunkte 3, 4 haben dabei aus fertigungstechnischen Gründen vorzugsweise einen Abstand von etwa 200  $\mu\text{m}$  vom Rand des Substrates 11. Die Zuführungspunkte 3, 4 werden ebenso wie der erste Anschlusspunkt 2 auf entsprechende Kontaktpunkte der Schaltungsplatine 30 gelötet.
- 15
- 20

Die Auswahl des Zuführungspunktes 3, 4 für die Einkopplung der HF-Leistung wird in Abhängigkeit von der Positionierung der Antenne auf der betreffenden Schaltungsplatine 30 vorgenommen.

25

Zur Verbesserung der mechanischen Belastbarkeit zum Beispiel im Falle einer Biegung der Schaltungsplatine 30 und zur Sicherstellung eines zuverlässigen Kontaktes sind weitere Lötunkte 5 im Bereich des gegenüberliegenden längsseitigen Endes des Substrates 11 auf dessen unterer Hauptfläche vorgesehen.

30

Als Alternative zu der oben beschriebenen Substratantenne ist es insbesondere bei Fre-

- quenzen von etwa 2 GHz oder mehr möglich, auf das Substrat zu verzichten und die Antenne, das heißt die resonante Leiterbahnstruktur, zum Beispiel direkt auf die Schaltungsplatine 30 aufzubringen und die HF-Verbindung über kapazitive Koppelmechanismen, zum Beispiel einen SMD-Kondensator auf der Schaltungsplatine 30, zu realisieren. Da das Material der Schaltungsplatine 30 im allgemeinen eine Dielektrizitätszahl von 4 aufweist, jedoch auch Materialien für die Schaltungsplatine mit einer Dielektrizitätszahl von etwa 10 bekannt sind, muss die resonante Leiterbahnstruktur nur unwesentlich verändert, insbesondere verlängert werden.
- 10 Antennen dieser und ähnlicher Arten sind im allgemeinen so ausgelegt, dass sie eine Eingangsimpedanz von 50 Ohm aufweisen. Üblicherweise hat auch die HF-Leitung zur Verbindung der Antenne mit den Sende- bzw. Empfangsstufen eine Eigen- oder Leitungsimpedanz von 50 Ohm, um eine möglichst reflektions- und damit verlustfreie Anpassung zwischen Antenne, HF-Leitung und den mit dieser verbundenen weiteren
- 15 Elektronikeinheiten (Endstufen, Empfangsstufen usw.) zu erzielen. Allerdings sind auch andere Antennen- und Leitungsimpedanzen denkbar.

Im Falle des erfindungsgemäßen Antennenmoduls ist die HF-Leitung 20 zum Beispiel als koplanare Leitung bzw. Leiterbahn auf der Schaltungsplatine 30 ausgebildet. Andere

20 Ausführungen wie zum Beispiel Microstrips, Striplines usw. sind jedoch ebenfalls möglich.

Die Eigenimpedanz dieser HF-Leitungen 20 kann durch geeignete Wahl bestimmter Parameter wie zum Beispiel ihrer physikalischen Abmessungen, insbesondere ihrer

25 Breite, ihres Abstandes von der Massemetallisierung 31 der Schaltungsplatine 30, sowie der Art und Dicke des für die Schaltungsplatine 30 verwendeten Materials (Dielektrizitätszahl) eingestellt werden.

Erfindungsgemäß wird die Wahl dieser Parameter so vorgenommen, dass zumindest

30 Teile oder Abschnitte 21, 22 der HF-Leitung 20 eine Fehlanpassung, das heißt eine von der Eigenimpedanz der Antenne 10 abweichende Impedanz aufweisen. Überraschender-

weise hat sich nämlich gezeigt, dass damit die Bandbreite des gesamten Antennenmoduls erheblich vergrößert werden kann.

Die Bandbreite des Antennenmoduls kann dabei gezielt durch die Wahl der Höhe der  
5 Impedanzabweichung eingestellt werden, wobei die Impedanz der HF-Leitung 20 größer oder kleiner als die Impedanz der Antenne 10 sein kann.

Besonders stark ist die Erhöhung der Resonanzbandbreite des Antennenmoduls dann,  
wenn in den Verlauf der HF-Leitung 20 ein Impedanzübergang oder Impedanzsprung,  
10 das heißt eine relativ steile Änderung der Impedanz eingefügt wird.

Gemäß Figur 1(A) kann ein solcher Impedanzsprung zum Beispiel in der Weise realisiert werden, dass ein erster, an die Eingangsimpedanz der Antenne 10 angepasster HF-Leitungsabschnitt 21 über einen zweiten Abschnitt 22 mit der Antenne 10 verbunden  
15 wird, dessen Leitungsimpedanz gegenüber der Eingangsimpedanz der Antenne 10 zwischen etwa 10 und etwa 25 Prozent höher oder niedriger ist, so dass insgesamt eine an die Antenne fehlangepasste HF-Leitung 20 entsteht.

Die Figuren 2 und 3 zeigen den Einfluss einer in diesem Sinne fehlangepassten HF-Leitung 20 auf die Resonanzbandbreite des in Figur 1(A) gezeigten Antennenmoduls, wobei  
20 die Antenne 10 eine Eigenimpedanz von 50 Ohm aufweist. In den Figuren 2 und 3 sind die Streuparameter  $S_{11}$  in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragen.

In Figur 2 zeigt die Resonanzkurve A zum Vergleich den Fall einer angepassten HF-Leitung mit 50 Ohm. Resonanzkurve B ergibt sich im Falle einer HF-Leitung 20 mit  
25 einer Impedanz von 40 Ohm, während die Resonanzkurve C für einen Impedanzsprung in der HF-Leitung 20 von 50 auf 40 Ohm (zum Beispiel mittels der zwei in Figur 1(A) gezeigten Leitungsabschnitte 21, 22) gemessen wurde.

30 In Figur 3 zeigt die Resonanzkurve A wiederum zum Vergleich den Fall einer angepassten 50 Ohm HF-Leitung. Die Resonanzkurve B ergibt sich im Fall einer HF-Leitung 20

mit einer Impedanz von 60 Ohm, während die Resonanzkurve C für einen Impedanzsprung in der HF-Leitung 20 von 50 auf 60 Ohm (der wiederum zum Beispiel mittels der zwei in Figur 1(A) gezeigten Leitungsabschnitte 21, 22 realisiert werden kann) gemessen wurde.

5

Ein Vergleich der beiden Figuren 2 und 3, insbesondere der Resonanzkurven B zeigt, dass die Resonanzbandbreite durch eine Impedanzerhöhung auf 60 Ohm erheblich vergrößert werden kann, während sich für die in Figur 1(B) dargestellte Antenne bei einer Impedanzverminderung auf 40 Ohm allerdings eine Verkleinerung der Resonanzbandbreite ergab. Es ist jedoch möglich, mit anderen Antennendesigns, zum Beispiel solchen mit Impedanzen ungleich 50 Ohm, eine Vergrößerung der Resonanzbandbreite auch bei Verwendung einer HF-Leitung 20 mit demgegenüber verminderter Impedanz zu erzielen.

15 Die Einfügung eines Impedanzübergangs oder Impedanzsprungs hat für die in Figur 1(B) gezeigte Antenne 10 gemäß der Resonanzkurve C in Figur 3 die größte Resonanzbandbreite zur Folge.

Die Figuren 4 und 5 zeigen die Wirkungsgrade des Antennenmoduls mit den verschiedenen HF-Leitungen als Funktion der Frequenz.

Figur 4 zeigt in Kurve A den Verlauf des Wirkungsgrades im Falle einer an die Antenne 10 angepassten 50 Ohm HF-Leitung. Der Wirkungsgrad gemäß Kurve B ergibt sich bei einer fehlangepassten HF-Leitung 20 mit einer Impedanz von 40 Ohm, während Kurve C den Verlauf des Wirkungsgrades im Falle einer HF-Leitung 20 mit einem Impedanzsprung von 50 auf 40 Ohm darstellt. Für die in Figur 1(B) dargestellte Antenne 10 ergab sich somit im Falle einer HF-Leitung 20 mit gegenüber der Antenne verminderter Impedanz ein geringerer Wirkungsgrad.

30 Figur 5 zeigt korrespondierend die Wirkungsgradverläufe im Falle einer Fehlanpassung durch Impedanzerhöhung, und zwar im Vergleich zu der Kurve A, die sich wiederum

für eine angepasste 50 Ohm HF-Leitung ergibt.

Kurve B zeigt den Fall einer Impedanzerhöhung auf 60 Ohm, während die Kurve C den Verlauf des Wirkungsgrades für eine HF-Leitung 20 mit einem Impedanzsprung von 50 auf 60 Ohm darstellt.

Figur 5 zeigt, dass sich der Wirkungsgrad durch die Erhöhung der Impedanz der HF-Leitung 20 gegenüber derjenigen der Antenne 10 sogar verbessert, so dass die Verbreiterung der Resonanzbandbreite nicht durch zusätzliche Verluste wie zum Beispiel durch Reflektionen verursacht wird.

Die Kurven B und C in Figur 5 verdeutlichen, dass auch die Strahlungsbandbreite wesentlich höher ist, wenn eine HF-Leitung 20 mit 60 Ohm und insbesondere eine solche mit einem Impedanzübergang von 50 auf 60 Ohm verwendet wird. Die Bandbreite erhöhte sich dadurch um etwa 30 MHz, was einer prozentualen Verbreiterung von etwa 30 Prozent entspricht.

Die oben angegebenen Werte der Leitungsimpedanzen sind nur beispielhaft zu verstehen. Selbstverständlich können auch Fehlanpassungen mit anderen Impedanzwerten als in der oben genannten Größenordnung von etwa 10 bis etwa 25 Prozent vorgenommen werden, wobei die Auswahl und Bemessung im wesentlichen von der Art der Antenne, dem vorgesehenen Frequenzbereich und der gewünschten Bandbreite abhängig ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Antennenmodul, insbesondere für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich, mit einer Antenne (10) und einer HF-Leitung (20) zur Verbindung der Antenne (10) mit zugehörigen Sende- und / oder Empfangsstufen, wobei zumindest Teile oder Abschnitte (21, 22) der HF-Leitung (20) eine Fehlanpassung in Form einer von der Impedanz der  
5 Antenne (10) abweichenden Impedanz aufweisen.

2. Antennenmodul nach Anspruch 1,  
mit einer HF-Leitung (20), die eine gegenüber der Impedanz der Antenne (10) um etwa 10 bis etwa 25 Prozent niedrigere oder höhere Impedanz aufweist.  
10

3. Antennenmodul nach Anspruch 1,  
mit einer HF-Leitung (20) mit einem ersten und einem zweiten Abschnitt (21, 22), die unterschiedliche Impedanzen aufweisen und einen Impedanzübergang oder Impedanzsprung bilden, der etwa 10 bis etwa 25 Prozent niedriger oder höher ist als die  
15 Eigenimpedanz der Antenne (10).

4. Antennenmodul nach Anspruch 1,  
bei dem die Antenne (10) eine dielektrische Blockantenne (DBA) oder eine Printed Wire Antenne (PWA) ist, die auf einer Schaltungsplatine (30) montiert ist, wobei die  
20 HF-Leitung (20) in Form mindestens einer auf die Schaltungsplatine (30) aufgebrachten Leiterbahnstruktur realisiert ist.

**5. Antennenmodul nach Anspruch 1,**

**bei dem die Antenne in Form mindestens einer resonanten Leiterbahnstruktur realisiert und zusammen mit der HF-Leitung (20) auf eine Schaltungsplatine (30) aufgebracht ist.**

- 5 6. Gedruckte Schaltungsplatine, insbesondere zur Oberflächenmontage von elektronischen Bauelementen, mit einem Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5.**

**7. Mobiles Telekommunikationsgerät, insbesondere für den 2,4 GHz Bereich, mit einem Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5.**

## ZUSAMMENFASSUNG

### Breitband-Antennenmodul für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich

Es wird ein Antennenmodul insbesondere für den Hochfrequenz- und Mikrowellenbereich beschrieben, das breitbandig bzw. in mehreren Frequenzbändern betreibbar ist. Zu  
5 diesem Zweck zeichnet sich das Antennenmodul insbesondere dadurch aus, dass es eine Antenne (10) und eine HF-Leitung (20) zur Verbindung der Antenne (10) mit zugehörigen Sende-und/oder Empfangsstufen aufweist, wobei zumindest Teile oder Abschnitte (21, 22) der HF-Leitung (20) eine Fehlanpassung in Form einer von der Impedanz der Antenne (10) abweichenden Impedanz aufweisen. Die Erfindung betrifft auch ein Tele-  
10 kommunikationsgerät mit einem solchen Antennenmodul.

Fig. 1(A)

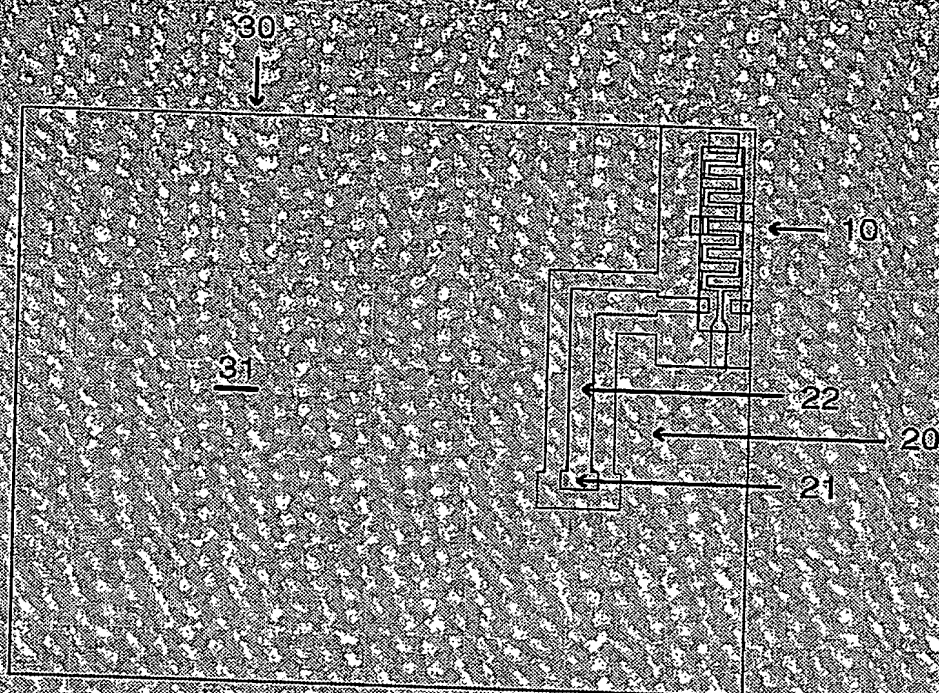


FIG 1(A)

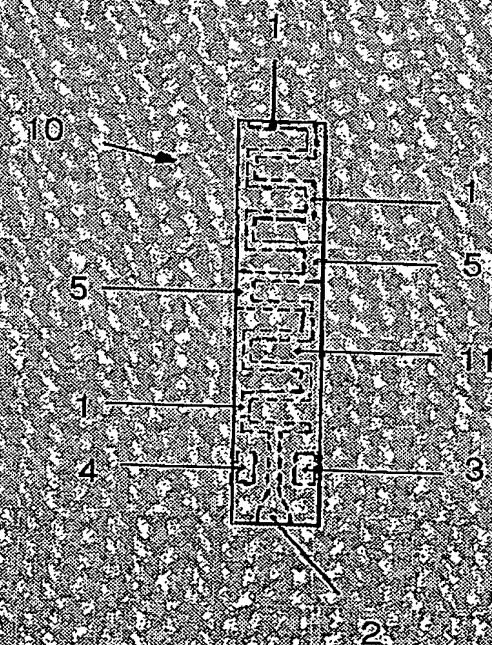


FIG 1(B)

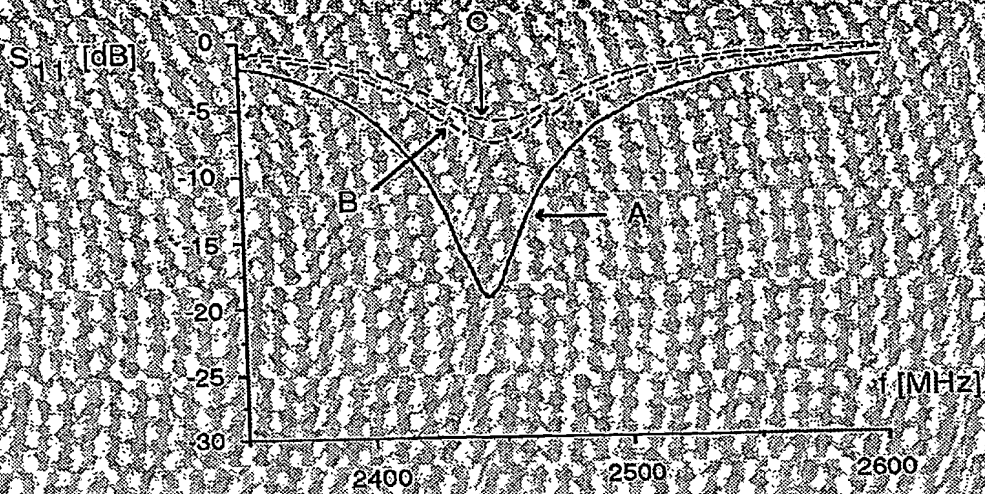


FIG. 2

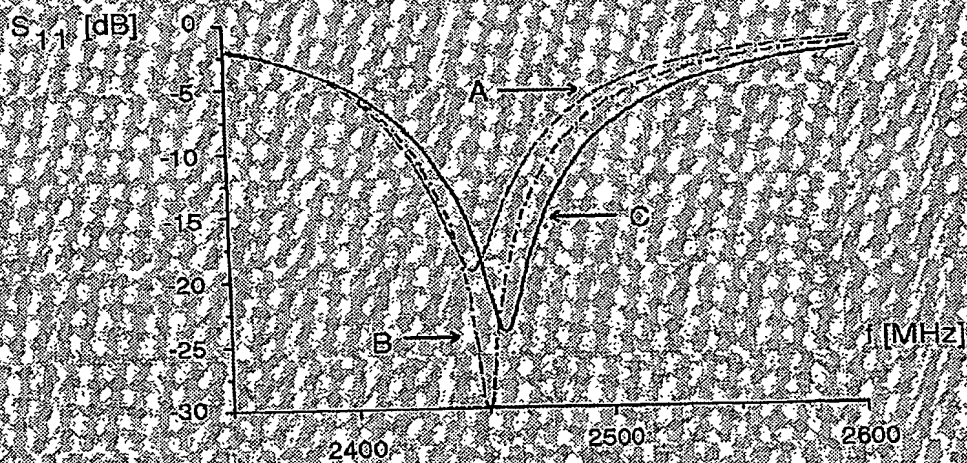


FIG. 3

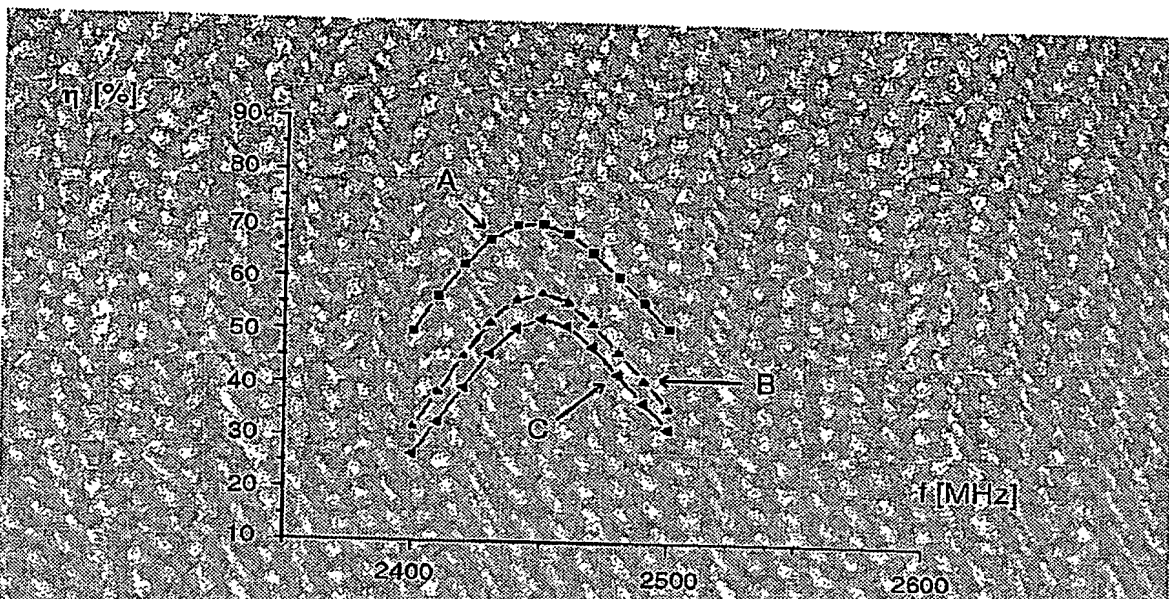


FIG 4

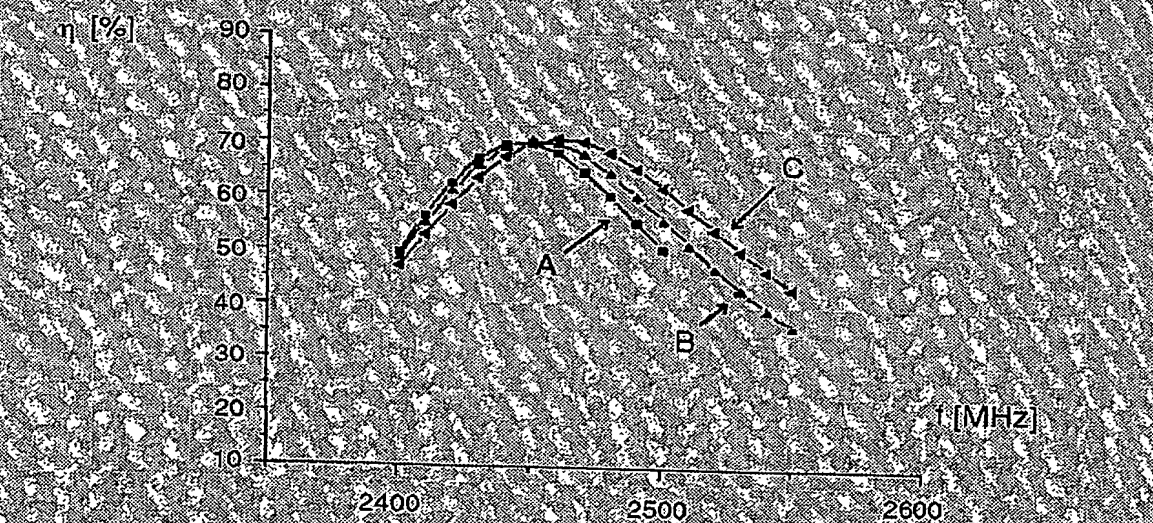


FIG 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**